

Spirulina platensis 첨가가 산란계에서의 난 생산 및 난황 Cholesterol 함량에 미치는 영향

오상집 · 정연종 · 이준엽 · 이현용¹
강원대학교 사료생산공학과

Effects of Dietary *Spirulina platensis* Supplementation on Laying Hen Performance and Egg Cholesterol Contents

S.J. Ohh, Y.J. Jeong, J.Y. Lee and H. Y. Lee¹

Department of Feed Science & Technology, Kangwon National University
Chuncheon, Korea 200-701

ABSTRACT

To evaluate the nutritional values of *Spirulina platensis* as the protein supplement for laying hen diet, two experimental diets (Control, *Spirulina platensis* 2%) were prepared. Total 120, 40-wk old ISA Brown layer hens were randomly employed with 15 hens per replicate and 4 replicates per treatment. Hen-day egg production, egg weight, feed intake, intake/egg weight, egg shell thickness, yolk color score and yolk cholesterol content were examined during 6 weeks of experimental period. Hen-day egg production and feed conversion ratio (intake/egg weight) were significantly ($P < 0.01$) improved by the 2% *Spirulina platensis* supplementation. However, there were no differences in egg weight and feed intake between hens fed two experimental diets. Egg from hens fed *Spirulina platensis* 2% diet have more yellowish yolk color than the control egg although there was no difference in egg shell thickness. Yolk cholesterol content was significantly ($P < 0.01$) decreased with *Spirulina* supplementation to the diet. The photosynthetic microalgae, *Spirulina platensis* was considered to be a favorable supplement for laying hen diet and the possibility to produce low cholesterol egg with *Spirulina* supplementation was recognized.

(Key words : *Spirulina platensis*, layer performance, yolk color, yolk cholesterol)

서론

사료 자원이 부족한 한국에서 축산업이 지속적으로 발전하기 위해서는 외국으로부터 도입되는 원료 사료를 저렴한 가격으로 안정적으로 확보하여야만 할 것이

다. 그 중에서도 동물성 단백질 사료인 어분의 공급 부족으로 대두박이 단백질 사료로서 이용되어지고 있다. 그러나 단백질 공급원으로서 대두박은 산란계 사료에서 Ca과 P의 공급 부족을 가져오며 특히 methionine 과 lysine 같은 아미노산 함량이 부족하여 산란계 사료에 합성 아미노산을 첨가하고 있는 실정이다. 또한

¹ 강원대학교 식품공학과(Department of Food Engineering, Kangwon National University)

본 연구는 과거치 특정연구개발비(1994)에 의하여 수행되었음.

강피류 사료의 부족으로 옥수수과 같은 곡류 사료의 사용량이 증가될 것으로 보이며, 이러한 곡류의 사료 배합 증가는 에너지 함량을 증가시켜 사료 섭취량이 감소하게 되고 이에 따라 단백질 섭취는 체내 요구량을 충족시키지 못하게 되므로 새로운 고단백질 공급원 개발 이용이 필요하게 되었다. 뿐만 아니라 육류 소비의 증가에 따른 가축 사육두수의 증가로 가축으로부터 생산되는 분뇨 폐기물도 급증하여 여러가지 환경 문제가 야기되고 있다.

따라서 축산 폐수의 주 성분이며 수질 淨營養化의 주요 원인 물질로 평가되고 있는 N과 P를 이용하며 성장하는 광합성 미세조류의 일종인 *Spirulina*를 배양 하므로써 축산폐수로 인한 수질오염을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 배양된 고단백질의 *Spirulina*를 가축의 단백질 사료원으로서 이용하는 것은 사료자원이 부족하고 축산환경의 보존이 시급히 요구되는 우리나라의 현실점에서 매우 중요한 과제의 하나일 것이다.

이제까지 *Spirulina*를 가축에 급여한 시험은 양어사료의 단백질원으로서 *Spirulina maxima* (Atack 등, 1979)를 급여한 경우가 있으나 포유동물이나 가금의 경우는 거의 없는 것으로 알려지고 있다. 물론 이와 유사한 bacterial 또는 yeast SCP(single cell protein)를 산란계의 단백질원으로 첨가한 경우는 있는데 Valdivie 등 (1982)은 torula yeast로 대두박을 18% 대체한 결과 산란성적에 차이가 없었다고 하였으며, 김춘수와 이남형(1975)도 n-paraffin 생산 yeast protein을 산란계 사료에 첨가한 결과 6% 이상 첨가 시 산란율, 난중 및 사료효율이 불량해지는 것으로 보고한 바 있다.

이 밖에 Grau과 Klein(1957)은 algae를 첨가하여 난황의 착색도가 개선되었다고 발표하여 algae 내 xanthophyll이 착색에 큰 영향을 미침을 입증하였다 (Belyavin과 Marangos(1989)).

따라서 본 시험은 배양된 미세조류인 *Spirulina platensis*를 산란계 사료에 첨가하여 산란성적 및 기타 난황의 착색도 및 cholesterol함량에 미치는 영향을 평가하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험 기간

예비 시험 시작하기 전 4일 동안 산란수를 조사하여, 처리구당 산란율을 동일하게 조절하였으며, 7일간의 예비 사양기간을 거쳐 1994년 5월 30일부터 7월 11일까지 6주간 사양 시험을 실시하였다.

2. 시험 장소

시험 장소는 춘천 근교에 있는 일반 산란 농가에서 실시하였고, 사료배합은 본 대학에 있는 수평형 paddle 배합기로 배합하였고, 화학성분의 분석은 AOAC(1990)방법으로 하였다.

3. 공시 동물

본 시험에 사용된 공시 동물은 한일 부화장에서 부화된 ISA Brown 산란계로서 농가에서 사육하고 있는 40주령된 산란계 3,000수중 주령, 체중, 산란율이 균일한 120수를 선발하여 공시하였다.

4. 시험 설계

본 시험은 축산 폐수에서 배양된 *Spirulina*의 사료적 가치를 평가하기 위하여 일반 배합사료 급여구(Control)와 배합사료에 *Spirulina* 2%를 첨가시킨 구(SP 2%)등 2처리를 두었으며 처리당 4반복, 반복당 15수를 완전임의 배치하였다.

5. 사양관리

공시계는 2수용 2단 철제 cage에서 사육하였으며, 시험 사료는 자유섭취시켰고 사료 급여시간은 오후 1시에 하였다. 계란 채취는 사료급여 후 매일 같은 시간대에 같은 순서로 하였고 점등관리는 17시간 고정점등 하였다.

6. 시험사료

본 시험에 사용된 시험사료의 배합율과 그 화학적 조성은 Table 1과 같다.

7. 조사항목 및 조사방법

1) 산란율

Table 1. Formula and chemical compositions of experimental diets

	Control	<i>Spirulina</i> 2%
Ingredients(g /100g diet) ;		
<i>Spirulina</i>	—	2.00
Yellow corn	35.90	35.18
Wheat	30.00	29.40
Wheat bran	7.17	7.00
Soybean meal	7.64	7.40
Rapeseed meal	4.00	3.92
Gluten feed	2.00	1.96
Corn gluten meal	1.00	0.95
Fish meal	1.50	1.40
Animal fat	0.60	0.60
Limestone	8.60	8.60
Tricalcium phosphate	1.05	1.05
Salt	0.13	0.13
Vitamin premix ¹	0.13	0.13
Mineral premix ²	0.08	0.08
Antibiotics	0.05	0.05
Choline chloride	0.05	0.05
Methionine(50%)	0.10	0.15
Total	100.00	100.00
Chemical composition;		
ME(kcal /g)	2.698	2.698
CP(%)	15.87	16.65
Ca(%)	3.76	3.75
Available P(%)	0.45	0.45
Methionine(%)	0.32	0.32
Lysine(%)	0.64	0.64

¹ Vitamin premix contained followings per kg : vitamin A, 8,000,000IU; vitamin D₃, 1,600,000IU; vitamin E, 11,000mg; vitamin K₃, 2,200mg; vitamin B₁, 400mg; vitamin B₂, 3,800mg; niacin, 18,000mg; pantothenic acid, 7,600mg; biotin, 80mg; folic acid, 130mg; vitamin B₆, 2,060mg; vitamin B₁₂, 9.6mg; antioxidants, 6,500mg,

² Mineral premix contained followings per kg : Cu, 12,000mg; Fe, 40,000mg; Zn, 45,000mg; Mn, 50,000mg; Se, 150mg; Co, 450mg; I, 1,000mg.

산란수와 폐사율을 매일 조사하였으며 산란율 계산은 일주일간 1일 생존 암탉 총 수수에 일주일간의 총 산란수로 나누는 일계산란율(hen-day egg production)로 계산하였다.

2) 난 중

난중은 사료급여 후 집란하여 반복별로 총 난중을 칭량하고, 이를 산란수로 나누어 평균난중을 계산하였다.

3) 사료섭취량

사료섭취량은 매주 반복별 시험사료의 잔량을 칭량하여, 주간 급여량에서 잔량을 제하여 이를 동기간 생존한 총 마리수로 나누어 1일 1수당 사료섭취량을 계산하였다.

4) 사료요구율

사료요구율은 시험기간중 각 반복별 사료섭취량을

동기간 총 난중으로 나누어 사료요구율을 산출하였다.

5) 난각 두께 측정

난각 두께의 측정은 난각후도계(FN 595, 1/100 mm)를 이용하였으며 난각에 붙어있는 외층연난백을 제거한 후 각각 둔단과 침단에서 채취한 난각의 두께(μm)를 측정하였다.

6) 난황 착색도

난황색은 난백을 제거시킨 후 흰 종이 위의 유리용기에 담아놓고 Roche color fan(Hoffmann-La Roche and Co. Ltd, Basle, Switzerland)를 이용하여 착색정도를 육안으로 비교 판별하였다.

7) 난황 cholesterol 함량

난황 cholesterol 함량은 Shen 등(1982)의 방법을 근본적으로 이용하여 Figure 1과 같이 실시하였고, 지질의 추출은 methylene chloride와 methanol 혼합용액 4 mL(vol/vol, 2:1)를 사용하여 40°C water bath에서 30분간 추출한 후 enzymatic colorimetric method에 의한 free cholesterol 분석용 kits(Wako, Japan)를 이용, 505 nm에서 Hitachi spectrophotometer(Model U-2000)를 사용하여 측정하였다.

8) 통계분석

모든 자료의 통계분석은 SAS program(1982)을 이용하여 5% 수준에서 T-test검정(Steel과 Torrie, 1980)을 하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율

*Spirulina platensis*를 산란계의 단백질 공급원으로 산란계 사료에 첨가했을 때, 산란율에 미치는 영향을 살펴보면 Table 2와 같다. 대조구에 비하여 *Spirulina* 2%를 첨가한 처리구에서 산란율이 8.3%정도 개선된 ($P < 0.05$) 것으로 나타났다.

본 실험에서 전반적으로 산란율이 낮은 것은 본 시험이 기온이 증가하는 여름철에 실시되어 일종의 고온

stress 때문인 것으로 판단된다. 하절기 동안의 산란율을 저하는 여러 가지 원인이 있겠지만 특히 사료섭취량 감소로 체내 영양소 요구량을 충족시키지 못하는 결과로 판단된다.

Egg yolk 1g

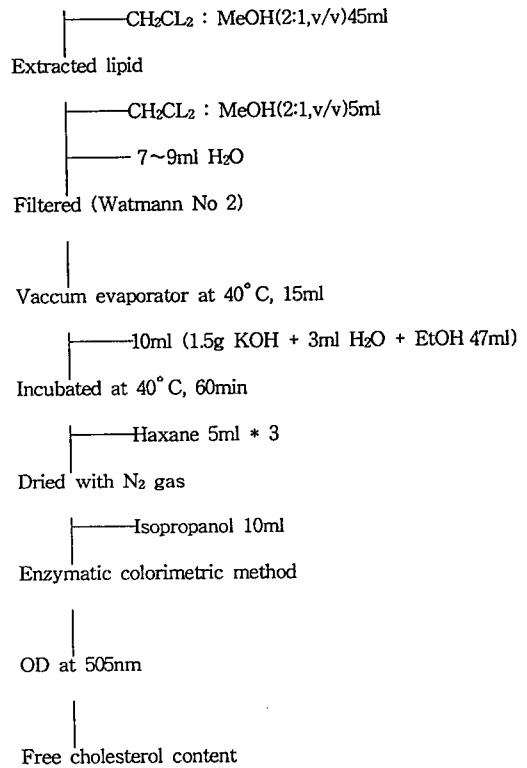


Figure 1. Flow of cholesterol determination for egg yolk.

본 실험의 결과는 김춘수와 이남형(1975) 및 Valdivie 등 (1982)의 연구결과와는 상이한 것으로 나타났는데 이는 SCP의 종류가 다르기 때문인 것으로 판단된다. Ross 등 (1994)은 산란계 사료에 *Spirulina platensis*를 4%수준까지 첨가하여도 산란율, 난중, 사료요구율에 나쁜 영향이 없었다고 하였다.

이무튼 본 결과는 *Spirulina*를 산란계사료에 첨가할 경우 산란율 저하를 다소 예방할 수 있는 것으로 나타

Table 2. Effect of dietary *Spirulina platensis* supplementation on layer performance

Treatments	Egg production (%)	Egg weight (g/egg)	Feed intake (g)	Feed/egg mass (kg/kg)
Control	72.26±0.78 ^a	60.14±0.33	105.24±0.93	2.44±0.04 ^a
<i>Spirulina</i> 2%	78.26±0.26 ^b	60.79±0.34	106.00±1.10	2.44±0.02 ^b

^{ab} Values(mean±SE) with different superscript within the same column are significantly different(P<0.05).

났으나, 이는 *Spirulina* 첨가사료의 단백질 함량이 대조사료에 비하여 0.78% 높았기 때문에 본 시험으로서 *Spirulina* 첨가의 고유한 효과로 단정하기에는 어려움이 있는 것으로 판단된다.

2. 난 중

시험기간 중 생산된 난의 난중은 대조구와 처리구간에 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2). 이는 yeast나 paraffin SCP를 첨가한 결과 일정 첨가수준까지 난중에 큰 영향을 미치지 않았다는 Valdivie 등(1982)과 김춘수와 이남형(1975)의 결과와 유사하였다. 따라서 *Spirulina platensis*의 경우에도 난중에 미치는 영향은 미약한 것으로 판단된다.

3. 사료섭취량

대조사료 급여구나 *Spirulina* 2%급여구간에는 Table 2에서 보는 바와 같이 사료섭취량에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 본 시험의 경우 첨가한 미세조류인 *Spirulina*의 양이 타 시험에 비하여 적었기 때문에 기호성에 큰 영향을 미치지 못했던 것으로 판단할 수 있는데, 김춘수와 이남형(1975)의 경우도 n-paraffin SCP를 6% 이상 첨가시 섭취량이 감소되는 경향을 보여주었다. 그러나 Valdivie 등(1982)의 경우 산란계 사료에 yeast를 18% 첨가한 결과 오히려 유의적인 차이는 아니었으나 섭취량이 다소 증가하는

경향을 나타내어 SCP의 종류에 따라 섭취 기호성은 다르게 나타날 수 있음을 보여주었다.

4. 사료요구율

사료요구율은 Table 2와 같으며, 대조구 사료에 비하여 *Spirulina*를 2% 첨가한 처리구의 사료요구율이 8.9% 정도 개선된(P<0.05) 것으로 나타났다.

이는 타 SCP를 첨가한 결과 사료요구율에 차이가 없었다는 김춘수와 이남형(1985)의 보고나 오히려 요구율이 불량해졌다는 Valdivie 등(1982)의 연구와는 상반된 경향이다.

본 결과는 미생물체 단백질의 종류에 따라 그 이용성에 차이가 나타날 수 있음을 시사하며, 아울러 본 실험에서 *Spirulina platensis*가 소량 첨가되어 사료내 단백질의 함량이 다소 증가하고 또한 단백질의 상보효과가 나타나 사료요구율이 개선된 것으로 판단된다.

5. 난의 품질

대조구 사료 및 처리구 사료의 급여에 의하여 생산된 난의 품질을 난각 두께, 난황색도, 난황 cholesterol 함량의 측면에서 비교하여 본 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서 보는 바와 같이 난각의 두께에는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 대조구에서 다소 두꺼운 경향을 보여주었다.

Table 3. Effect of *Spirulina platensis* supplementation on egg quality

Treatments	Criteria (Mean±SE)		
	Egg shell thickness (µm)	Yolk color	Yolk cholesterol (mg/g fresh yolk)
Control	415.16±3.23	7.17±0.30 ^b	11.98±0.50 ^a
<i>Spirulina</i> 2%	410.15±4.45	12.04±0.22 ^a	9.52±0.25 ^b

^{ab} The values with different superscript within the same column are significantly different(P<0.05).

난황의 황색도는 *Spirulina*를 2% 첨가한 구에서 황색도가 짙어지는 경향을 보여주었는데($P < 0.01$), 이는 *Spirulina*의 색소가 난황의 착색에 효과가 있음을 입증하여 주었으며, *Spirulina platensis*의 첨가로 난황의 착색도가 개선되었다고 한 Ross 등(1994)의 보고와 유사한 경향이였다.

난황 cholesterol의 함량도 *Spirulina*를 2% 첨가한 구에서 대조구에 비하여 20% 정도로 유의적인 ($P < 0.01$) 감소 경향을 보여주고 있는데 그 기전에 대해서는 본 연구로는 추정하기가 어렵다. 그러나 Richmond(1983)는 *Spirulina platensis*의 지방성분이 주로 불포화지방산으로 구성되어 있어 cholesterol 합성을 저해할 수 있다고 지적한 바 있으며, Vonshak (1990)도 사람과 쥐에서 *Spirulina*를 급여한 결과 cholesterol 저하 효과를 보고한바 있다.

적 요

새로운 단백질 공급원으로서 *Spirulina platensis*의 영양적 가치를 평가하기 위하여 대조구 사료와 2%의 *Spirulina platensis*를 첨가한 2가지 사료를 배합하여 40주령의 ISA Brown계 산란계 120수를 2처리 4반복, 반복당 15수로 임의배치하여 6주간 실험하였다. 산란율과 사료요구율은 *Spirulina*를 2% 첨가한 구에서 유의적으로($P < 0.05$) 개선되었으며 수당 사료섭취량이나 평균 난중에는 처리구간에 차이가 없었다. 시험기간 중 생산된 난의 난황 착색도는 *Spirulina*의 첨가로 개선되었으며($P < 0.05$) 난각의 두께에는 처리구간에 차이가 없었다. *Spirulina*의 첨가는 난황의 cholesterol 함량을 유의적으로($P < 0.05$)감소시켰다. 이상의 결과는 산란계 사료의 단백질 공급원으로서 *Spirulina*가 효율적으로 사용될 수 있는 가능성을 시사하였으며 이 밖에 *Spirulina*의 첨가로 난황의 착색도 개선, 저 cholesterol 난의 생산 가능성이 인정되었다.

(색인 : 스피롤리나, 산란성적, 난황착색도, 난황콜레스테롤)

인용문헌

AOAC 1990 Official Methods of Analysis. 15th

- ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Atack TH, Jauncey K, Matty AJ 1979 The utilization of some single cell proteins by fingerling mirror carp(*Cyprinus carpio*). Aquaculture 18:337-348.
- Belyavin CG, Marangos AG 1989 Natural product for egg yolk pigmentation. In; Recent Developments in Poultry Nutrition. (Cole DJA and Haresign W ed) Pages 239-260. Butterworths, London.
- Grau CR, Klein NW 1957 Sewage grown algae as a feedstuff for chicks. Poultry Sci 36 : 1046.
- Richmond A 1983 Phototrophic microalgae. In; Biotechnology Vol 3 (Rehm HJ and Reed G ed) Pages 109-143. Verlag Chemie Weinheim.
- Ross E, Puapong DP, Cepeda FP, Patterson PH 1994 Comparison of freeze-dried and extruded *Spirulina platensis* as yolk pigmenting agents. Poultry Sci 73:1282-1289.
- SAS 1982 SAS User's Guide : Statistics. SAS Institute, Cary, NC
- Shen J, Chen S, Sheppard AJ 1982 Enzymatic determination of cholesterol in egg yolk. J Assoc Off Anal Chem 65:No 50.
- Steel R, Torrie GD 1980 Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill, NY.
- Valdivie M, Comple X, Fundora O 1982 The utilization of torula yeast in diets for white Leghorn birds during growth and laying period. Anim Feed Sci Technol 7:185-190.
- Vonshak A 1990 Recent advances in microalgal biotechnology. Biotech Adv 8:709-727.
- 김춘수, 이남형 1975 석유자화효모의 사료적 가치에 관한 연구(Ⅱ) 한국축산학회지 17:275-278.